

# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA PODNIKATELSKÁ  
ÚSTAV MANAGEMENTU

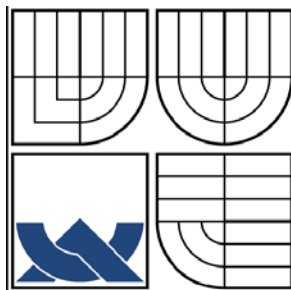
APLIKACE NÁSTROJŮ JAKOSTI DLE ČSN ISO 9000

DIPLOMOVÁ PRÁCE  
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

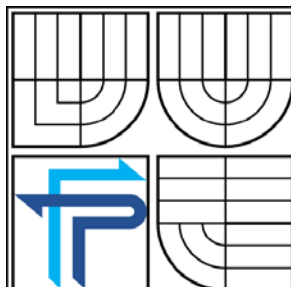
Bc. PETR GÁLIK

BRNO 200



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V  
BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA PODNIKATELSKÁ  
ÚSTAV MANAGEMENTU

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT  
INSTITUTE OF MANAGEMENT

## APLIKACE NÁSTROJŮ JAKOSTI DLE ČSN ISO 9000

APPLICATION OF QUALITY TOOLS ACCORDING TO CSN ISO 9000 STANDARDS

DIPLOMOVÁ PRÁCE  
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

Bc. PETR GÁLIK

VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

Ing. ZDEŇKA VIDECKÁ, Ph.D.

BRNO 2008

# LICENČNÍ SMLOUVA

## POSKYTOVANÁ K VÝKONU PRÁVA UŽÍT ŠKOLNÍ DÍLO

uzavřená mezi smluvními stranami:

### 1. Pan/paní

Jméno a příjmení: Petr Gálík

Bytem: Vigantice 136, 75661, Vigantice

Narozen/a (datum a místo): 7.9.1982, Valašské Meziříčí

(dále jen „autor“)

a

### 2. Vysoké učení technické v Brně

Fakulta podnikatelská

se sídlem Kolejní 2906/4, 612 00, Brno

jejímž jménem jedná na základě písemného pověření děkanem fakulty:

PhDr. Iveta Šimberová, Ph.D.

(dále jen „nabyvatel“)

## Čl. 1

### Specifikace školního díla

1. Předmětem této smlouvy je vysokoškolská kvalifikační práce (VŠKP):

- ☐ disertační práce
    - diplomová práce
  - ☐ bakalářská práce
  - ☐ jiná práce, jejíž druh je specifikován jako .....
- (dále jen VŠKP nebo dílo)

Název VŠKP: Aplikace nástrojů jakosti dle ČSN ISO 9000

Vedoucí/ školitel VŠKP: Ing. Zdeňka Videcká, Ph.D.

Ústav: Ústav managementu

Datum obhajoby VŠKP: .....

VŠKP odevzdal autor nabyvateli v\*:

☐ tištěné formě – počet exemplářů ..... 1 .....

---

\* hodící se zaškrtněte

☐ elektronické formě – počet exemplářů .....1 .....

2. Autor prohlašuje, že vytvořil samostatnou vlastní tvůrčí činností dílo shora popsané a specifikované. Autor dále prohlašuje, že při zpracovávání díla se sám nedostal do rozporu s autorským zákonem a předpisy souvisejícími a že je dílo dílem původním.
3. Dílo je chráněno jako dílo dle autorského zákona v platném znění.
4. Autor potvrzuje, že listinná a elektronická verze díla je identická.

## **Článek 2**

### **Udělení licenčního oprávnění**

1. Autor touto smlouvou poskytuje nabyvateli oprávnění (licenci) k výkonu práva uvedené dílo nevýdělečně užít, archivovat a zpřístupnit ke studijním, výukovým a výzkumným účelům včetně pořizování výpisů, opisů a rozmnoženin.
2. Licence je poskytována celosvětově, pro celou dobu trvání autorských a majetkových práv k dílu.
3. Autor souhlasí se zveřejněním díla v databázi přístupné v mezinárodní síti
  - ☐ ihned po uzavření této smlouvy
  - ☐ 1 rok po uzavření této smlouvy
  - ☐ 3 roky po uzavření této smlouvy
  - ☐ 5 let po uzavření této smlouvy
  - ☐ 10 let po uzavření této smlouvy(z důvodu utajení v něm obsažených informací)
4. Nevýdělečné zveřejňování díla nabyvatelem v souladu s ustanovením § 47b zákona č. 111/ 1998 Sb., v platném znění, nevyžaduje licenci a nabyvatel je k němu povinen a oprávněn ze zákona.

## **Článek 3**

### **Závěrečná ustanovení**

1. Smlouva je sepsána ve třech vyhotoveních s platností originálu, přičemž po jednom vyhotovení obdrží autor a nabyvatel, další vyhotovení je vloženo do VŠKP.
2. Vztahy mezi smluvními stranami vzniklé a neupravené touto smlouvou se řídí autorským zákonem, občanským zákoníkem, vysokoškolským zákonem, zákonem o archivnictví, v platném znění a popř. dalšími právními předpisy.
3. Licenční smlouva byla uzavřena na základě svobodné a pravé vůle smluvních stran, s plným porozuměním jejímu textu i důsledkům, nikoliv v tísní a za nápadně nevýhodných podmínek.
4. Licenční smlouva nabývá platnosti a účinnosti dnem jejího podpisu oběma smluvními stranami.

V Brně dne: .....

.....

Nabyvatel

Autor

## **Anotace**

Předmětem řešení je návrh využití základních nástrojů jakosti při sledování kritických parametrů při výrobě monokrystalů křemíku.

proces, tažení křemíku, nástroje jakosti, monokrystal křemíku,  
statistické metody

## **Annotation**

Subject of the project is a concept of utilization of the basic quality devices during monitoring of critical parameters of silicon monocrystals' production.

process, production of silicon, tools of quality, monocrystal of silicon,  
statistical methods

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci zpracoval samostatně na základě uvedené literatury a pod vedením vedoucího diplomové práce.

V Brně dne 15. ledna 2008

.....

## Poděkování

Touto cestou bych chtěl poděkovat především vedoucí diplomové práce Ing. Zdeňce Videcké, Ph.D. za odborné vedení a cenné připomínky při vypracovávání této práce.

## Obsah

<b>ÚVOD .....</b>	<b>11</b>
<b>CÍL PRÁCE.....</b>	<b>12</b>
<b>1 ANALYTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>13</b>
<b>1.2 ORGANIZAČNÍ STRUKTURA.....</b>	<b>13</b>
1.2.1 ORGANIZAČNÍ SCHÉMA .....	13
<b>1.3 MAPA PROCESŮ .....</b>	<b>14</b>
1.3.1 HLAVNÍ PROCESY .....	17
1.3.1.1 Poptávka .....	17
1.3.1.2 Nabídka .....	17
NABÍDKA A POPTÁVKA .....	18
1.3.1.3 Objednávka.....	18
1.3.1.4 Řízení zakázky .....	19
1.3.1.4.1 Schvalování objednávky.....	19
1.3.1.4.2 Schvalování zakázky.....	19
1.3.1.4.3 Příprava výroby .....	19
1.3.1.4.4 Výroba .....	19
1.3.1.4.5 Expedice .....	19
1.3.2 ŘÍDÍCÍ PROCESY .....	20
1.3.2.1 Strategické plánování.....	20
1.3.2.2 Stanovení odpovědností a pravomocí.....	21
1.3.2.3 Lidské zdroje .....	21
1.3.2.4 Přezkoumáním systému managementu .....	22
1.3.2.5 Zlepšování .....	23
1.3.2.6 Řízení dokumentace.....	23
1.3.2.7 Vnitřní komunikace .....	23
1.3.2.8 Řízení neshodného výrobku.....	24
1.3.2.9 Interní audit.....	24
1.3.2.10 Opatření k nápravě a preventivní opatření .....	24
1.3.3 PODPŮRNÉ PROCESY .....	25
1.3.3.1 Přezkoumání požadavků zákazníka .....	25
1.3.3.2 Skladování a expedice.....	26
1.3.3.3 Zajištění a údržba infrastruktury .....	26
1.3.3.4 Monitorování a analýza údajů.....	26
1.3.3.5 Hodnocení spokojenosti zákazníka .....	28
<b>1.4 POSTUP REALIZACE VÝROBKU .....</b>	<b>29</b>
1.4.1 PŘÍPRAVA VSÁDKY A LEGUR.....	29
1.4.2 TAŽENÍ .....	29
1.4.2.1 Příprava zařízení.....	29
1.4.2.2 Roztavení vsádky .....	29
1.4.2.3 Legování .....	29
1.4.2.4 Proces tažení krystalu .....	30
1.4.2.5 Ukončení procesu tažení .....	30
1.4.3 ROZŘEZÁVÁNÍ.....	30
1.4.4 MĚŘENÍ MĚRNÉHO ELEKTRICKÉHO ODPORU.....	30
1.4.5 BROUŠENÍ.....	30
1.4.6 FAZETOVÁNÍ .....	30



1.4.7 VÝROBNÍ KONTROLA .....	30
1.4.7.1 Vyhodnocování SI monokrystalu .....	30
1.4.7.2 Kontrola SI monokrystalu po řezání .....	30
1.4.7.3 Vratné zbytky .....	30
1.4.7.4 Kontrola výřezu SI monokrystalu .....	30
1.4.7.5 Technické požadavky .....	31
1.4.8 VÝSTUPNÍ KONTROLA .....	31
<b>1.5 SWOT ANALÝZA .....</b>	<b>31</b>
1.5.1 VÝSLEDKY ANALÝZY .....	31
<b>2 TEORETICKÁ ČÁST .....</b>	<b>31</b>
<b>2.1 PROCES, PROCESNÍ ŘÍZENÍ .....</b>	<b>31</b>
<b>2.2 SEDM ZÁKLADNÍCH NÁSTROJŮ ŘÍZENÍ JAKOSTI .....</b>	<b>32</b>
2.2.1 KONTROLNÍ TABULKY .....	33
2.2.2 VÝVOJOVÉ DIAGRAMY .....	34
2.2.3 HISTOGRAMY .....	35
2.2.4 DIAGRAM PŘÍČIN A NÁSLEDKU .....	36
2.2.5 PARETŮV DIAGRAM .....	37
2.2.6 BODOVÝ DIAGRAM .....	38
2.2.7 REGULAČNÍ DIAGRAMY .....	38
2.2.7.1 Typy regulačních diagramů .....	39
2.2.7.2 Činnosti před aplikací SPC .....	40
2.2.7.3 Zásady analýzy regulačních diagramů a možnosti řešení .....	41
2.2.7.4 Postup při aplikaci ( $\bar{x}$ , $R$ ) - diagramů a výpočetní vzorce .....	41
<b>2.3 STRUKTURA A ÚČEL NOREM ISO ŘADY 9000 .....</b>	<b>43</b>
<b>2.4 PRINCIPY MANAGEMENTU JAKOSTI .....</b>	<b>44</b>
2.4.1 ORIENTACE NA ZÁKAZNÍKA .....	44
2.4.2 VEDENÍ A ŘÍZENÍ ZAMĚSTNANCŮ .....	45
2.4.3 ZAPOJENÍ LIDÍ .....	45
2.4.4 PROCESNÍ PŘÍSTUP .....	45
2.4.5 SYSTÉMOVÝ PŘÍSTUP K MANAGEMENTU .....	47
2.4.6 NEUSTÁLÉ ZLEPŠOVÁNÍ .....	47
2.4.7 ORIENTACE NA FAKTA PŘI ROZHODOVÁNÍ .....	48
2.4.8 VZÁJEMNÁ PROSPĚŠNOST VZTAHŮ S DODAVATELI .....	48
<b>3 NÁVRHOVÁ ČÁST .....</b>	<b>49</b>
<b>3.1 ZDROJE STATISTICKÝCH DAT .....</b>	<b>49</b>
<b>3.2 NÁVRH VYUŽITÍ STATISTICKÝCH DAT PŘI ŘÍZENÍ .....</b>	<b>49</b>
3.2.1 NÁVRH PRO PŘÍPRAVU VÝROBY .....	49
3.2.1.1 Ověřování spolehlivosti měření měrného odporu .....	50
3.2.1.2 Návrh na zlepšení obsahu kyslíku .....	50
3.2.2 NÁVRH PRO ZLEPŠENÍ VÝROBY .....	51
3.2.2.1 Statistická regulace procesu broušení .....	52
<b>ZHODNOCENÍ .....</b>	<b>52</b>
<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>54</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>55</b>

## Úvod

Efektivní systém managementu jakosti dle novelizovaného souboru ISO 9000:2000 dává svou strukturou předpoklad prohloubení obchodních kontraktů, zaručuje důvěryhodnost sledování nákladů spojených s jakostí, je díky němu možné lépe působit na spokojenost nejen zákazníků, ale i vlastních zaměstnanců a konečně i na trvalé zlepšování vlastního procesního řízení firmy.

Už sám historický vývoj ukazuje, že požadavky na jakost neustále rostou. Jestliže v polovině 20. století byly ještě přijatelné výrobní procesy, z nichž vycházelo kolem 5% produktů neshodných s požadavky (specifikací), v současnosti jsou nároky daleko vyšší.

Jak už bylo uvedeno, myšlenka jakosti má dlouhou historii. Nejde jen o historicky dokumentovanou péči o jakost, ale v podstatě o toto: Všechno, do čeho člověk kdy vložil své nápady, své úsilí, svou práci, mu mělo něco přinést, pokrýt nějakou jeho potřebu. A to, jak se mu to povedlo, je právě jakost.

Myšlenka jakosti se však v současné, vysoce specializované činnosti lidských společenství nešíří rovnoměrně, ani v souladu s potřebami a jejich naléhavostí. Je pochopitelné, že se rozšířila nejdříve v nejvyspělejších průmyslových odvětvích a oborech a že ostatní odvětví a obory ještě příliš nezažala.

Problémy s jakostí a jejich řešení představují pestrou řadu činností a dílčích procesů. Stačí připomenout kontrolu jakosti produktů, neustálé zlepšování jakosti, povýrobní péči o spolehlivost produktů pro dlouhodobé užívání, vzdělávání pracovníků v jakosti, zavádění a certifikaci systémů jakosti, zavádění nových metod a nástrojů jakosti. Tak jako všechny činnosti a procesy v organizaci vyžadují i tyto činnosti a procesy v jakosti, aby byly řízeny. Vysoké nároky na řízení jakosti klade na jedné straně i rychlý růst požadavků na jakost a na druhé straně prudký rozvoj techniky, který otvírá stále nové možnosti splnit požadavky. Řízení jakosti či v poněkud širším pojetí management jakosti je na jedné straně specifická oblast, odlišná od ostatních, na druhé straně jedna z více podnikových oblastí (např. rozvoj, inovace, investice, financování, vzdělávání pracovníků, zásobování, odbyt), které musí být vzájemně bezrozporné a slučitelné do hodnototvorného procesu v organizaci. Všechny tyto oblasti se musí řídit – jak jednotlivě, tak ve vzájemných vazbách.

## Cíl práce

Neustálé zlepšování jakosti vede k eliminaci zbytečných ztrát a ke zbytečnému zvyšování nákladů. Vyžaduje si však také neustálé monitorování a vyhodnocování procesů ve výrobě i předvýrobních etapách. K tomu napomáhá celá řada nástrojů jakosti.

Diplomová práce se zabývá využitím statistických nástrojů jakosti při přípravě vsádky a ve výrobě monokrystalů, jak parametrů, které je firma schopna na základě vlastního měření ovlivňovat, tak parametrů, které získá zpětnou vazbou od zákazníka. Analytická část se zabývá vytipováním parametrů v jednotlivých procesech realizace výroby monokrystalů.

Návrhová část detailně popisuje využití a postup nástrojů jakosti ve zvolených procesech přípravy vsádky a samotné výroby.

# **1 Analytická část**

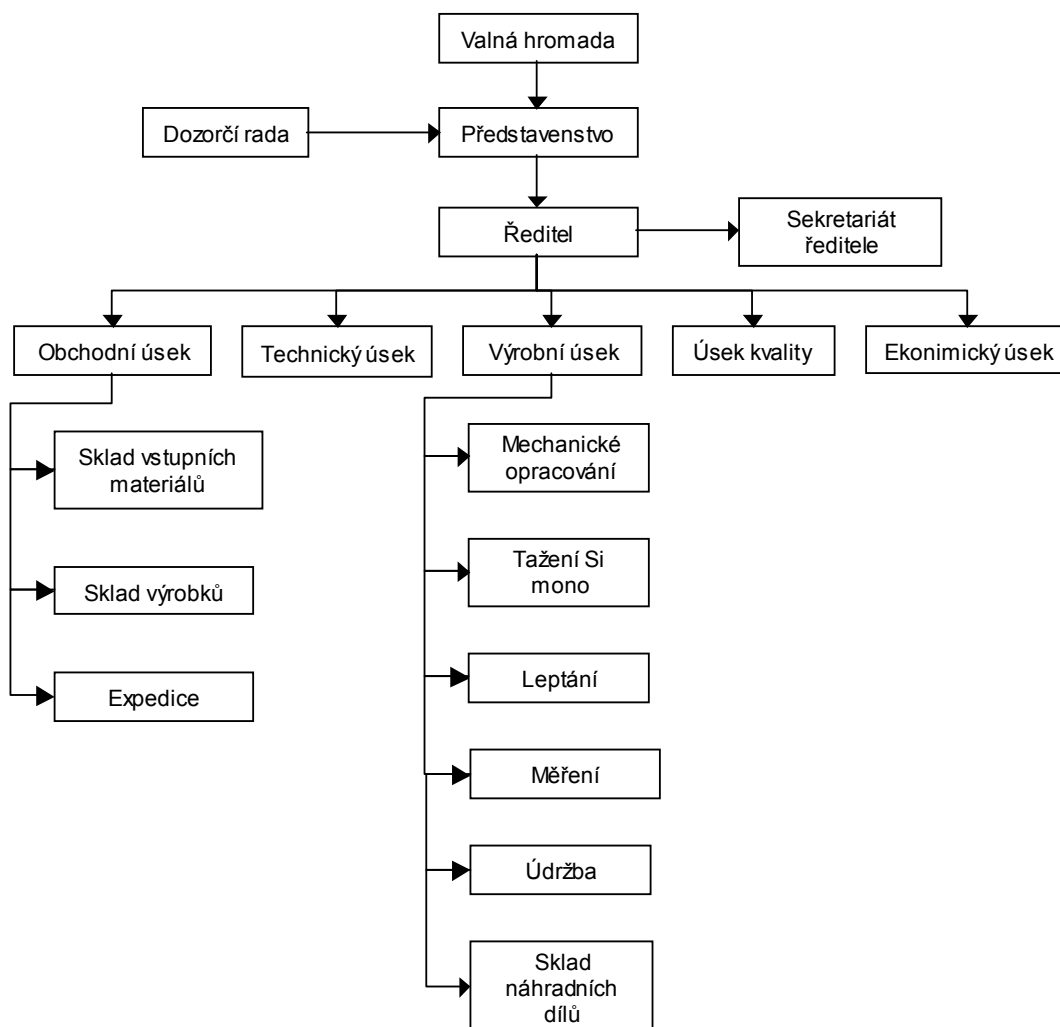
## **1.2 Organizační struktura**

Organizační struktura deklaruje vzájemné vztahy, kompetence, odpovědnosti a koordinaci organizačních jednotek do daného modelu.

Struktura společnosti je charakterizována delegováním pravomocí zhora dolů.

### **1.2.1 Organizační schéma**

Organizační schéma (obr.1.1) zobrazuje uspořádání jednotlivých organizačních jednotek společnosti, čímž vyjadřuje nadřízenost/podřízenost jednotlivých organizačních jednotek v rámci společnosti.



Obr.: 1.1: Organizační schéma

### 1.3 Mapa procesů

Nejlepším způsobem, jak pokrýt požadavky norem řady ISO 9001:2000, je znázornit a popsat procesy organizace prostřednictvím tzv. procesního modelu (obr.1.3). Procesní mapy (grafické znázornění průběhu procesů) zobrazují, jak se lze posloupností kroků dostat z jednoho stavu procesu do druhého. Zobrazují též vzájemnou provázanost a závislosti jednotlivých procesů.

Jako hlavní procesy byly ve společnosti identifikovány:

- poptávka
- nabídka

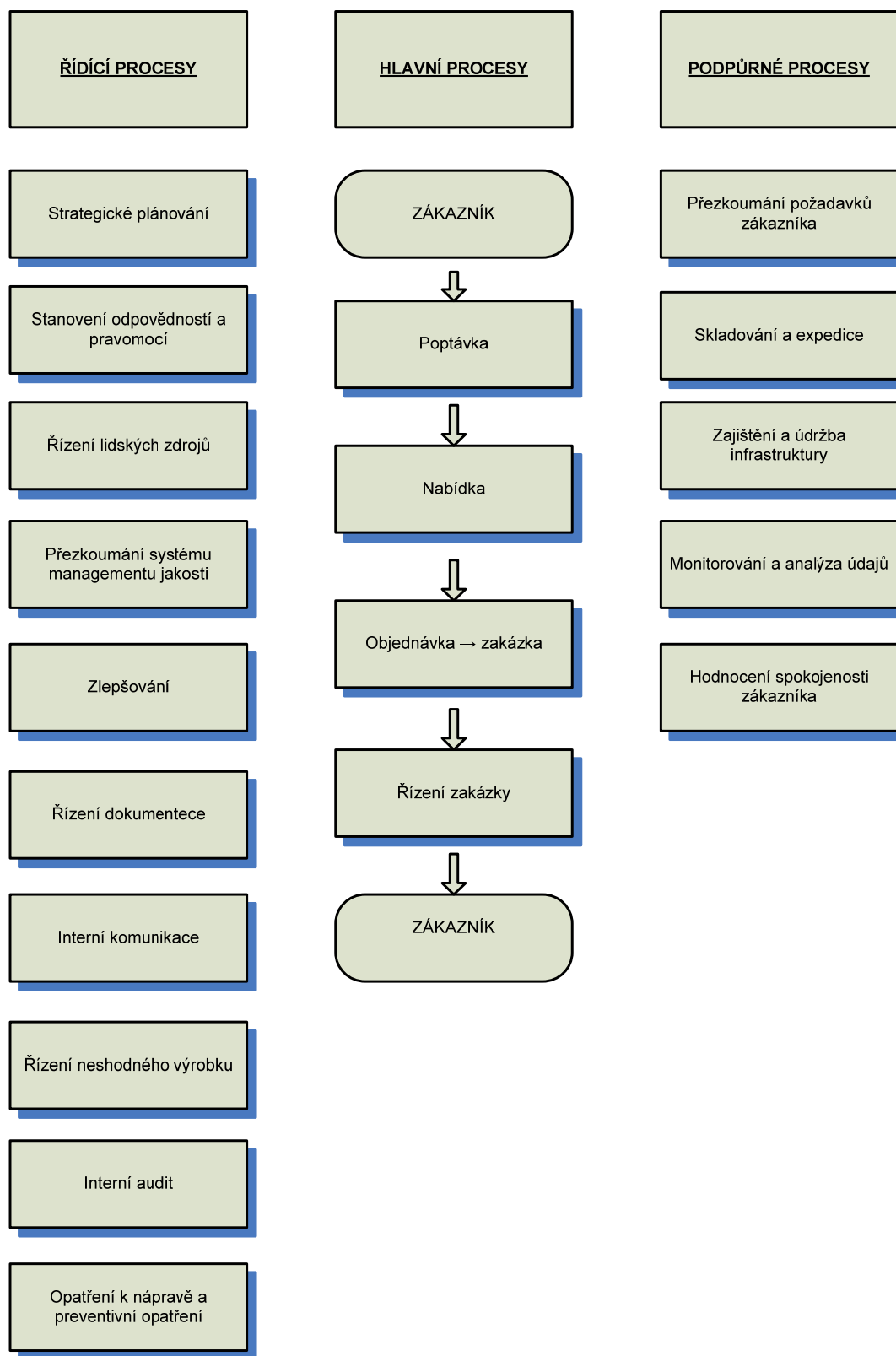
- objednávka → zakázka
- řízení zakázky

Jako podpůrné procesy byly ve společnosti identifikovány:

- přezkoumání požadavků zákazníka
- skladování a expedice
- zajištění a údržba infrastruktury
- monitorování a analýza údajů
- hodnocení spokojeností zákazníků.

Jako řídicí procesy byly ve společnosti Arsil Crystal identifikovány:

- strategické plánování
- stanovení odpovědností a pravomocí
- řízení lidských zdrojů
- interní komunikace
- přezkoumání systému managementu jakosti
- řízení dokumentace
- řízení neshodného produktu
- interní audit
- opatření k nápravě a preventivní opatření
- zlepšování.



Obr.: 1.2: Procesní mapa společnosti Arsil Crystal

### **1.3.1 Hlavní procesy**

#### **1.3.1.1 Poptávka**

Poptávka od zákazníka může být přijata písemně, elektronickou poštou nebo ústně.

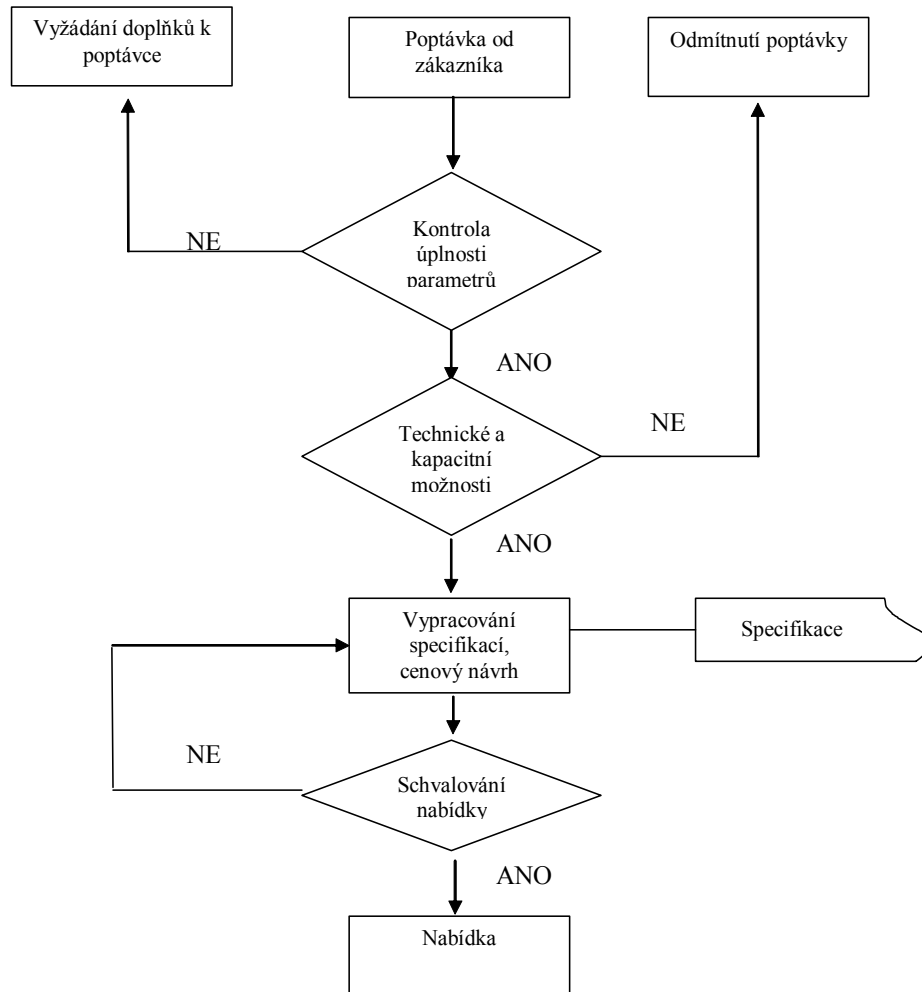
Po obdržení písemné poptávky ji vedoucí obchodního úseku zaeviduje do databáze. Parametry požadované zákazníkem projedná s vedoucím výroby a vedoucím technického úseku. Po odsouhlasení ji potvrzenou zašle zpět zákazníkovi.

#### **1.3.1.2 Nabídka**

Na základě posouzení požadavků na výrobek, nákladů na jeho výrobu vedoucím technického úseku a požadovaného množství vypracuje vedoucí obchodního úseku návrh nabídky pro zákazníka.



### Nabídka a poptávka



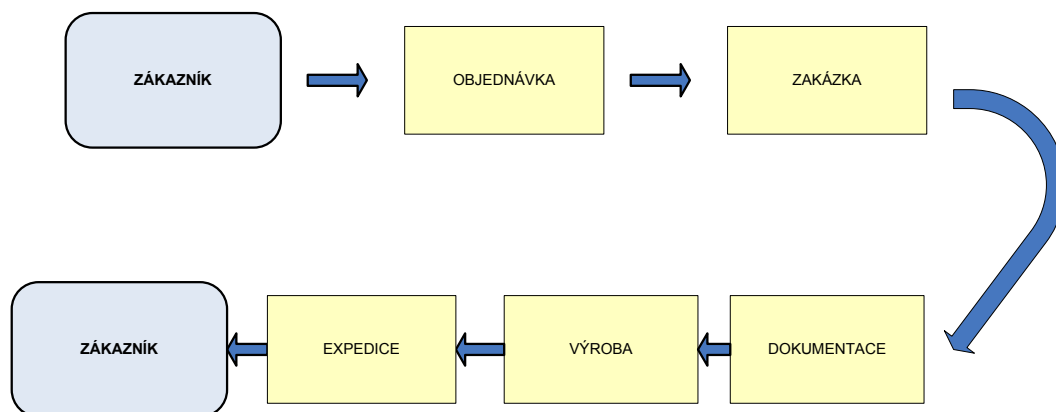
Obr.: 1.3 Schéma nabídky a poptávky

#### 1.3.1.3 Objednávka

Jakmile firma obdrží písemnou objednávku- specifikaci (Příloha1) vedoucí obchodního úseku ji zaeviduje do databáze. Zákazníkem požadované parametry jsou prokonzultovány se zainteresovanými pracovníky, tj. vedoucí výroby, vedoucí technického úseku a objednávka je zařazena do výroby. Souhlas s přijetím objednávky potvrdí vedoucí obchodního úseku zákazníkovi.

#### 1.3.1.4 Řízení zakázky

Následující schéma (obr. 1.5) přehledně zobrazuje, jak je pojato řízení zakázky ve firmě Arsil Crystal.



Obr.: 1.4 Schéma řízení zakázky

##### 1.3.1.4.1 Schvalování objednávky

Objednávku schvaluje ředitel společnosti.

##### 1.3.1.4.2 Schvalování zakázky

Parametry, které požaduje zákazník (Příloha1), prodiskutuje vedoucí výroby a vedoucí technického úseku a zakázka je zařazena do výroby. Následně je zákazníkovi potvrzeno přijetí objednávky.

##### 1.3.1.4.3 Příprava výroby

##### 1.3.1.4.4 Výroba

##### 1.3.1.4.5 Expedice

Monokrystaly křemíku, které splňují požadavky zákazníka jsou postupně pracovníkem měření kontrolovány na expedici, kde se kompletují do jednotlivých

zásilek. Před zabalením se provede kontrola úplnosti dodávky, zda je v souladu s požadavky zákazníka

Jednotlivé zkompletované objednávky jsou předávány odběratelům přímo na expedici, nebo se odesílají přes zásilkové služby. Manipulace s monokrystaly křemíku, manipulace s obalovými materiály musí být prováděna tak, aby nedošlo k jakémukoliv poškození.

### **1.3.2 Řídící procesy**

Analyzovat řídicí procesy nebylo cílem diplomové práce, ale z hlediska řešení je nutné se s nimi seznámit. Detailní popis je uveden v dokumentu systému řízení jakosti(9). Nejdůležitější procesy jsou uvedeny v následujícím textu.

#### **1.3.2.1 Strategické plánování**

Vedení společnosti stanovuje pro příslušné procesy cíle. Cíle obsahují závazek k neustálému zlepšování v oblastech:

1. Dosažení spokojenosti zákazníků
2. Získání nových zákazníků v oboru a pravidla pro získání lepšího postavení na trhu
3. Důsledného sledování ekonomických ukazatelů
4. Pro zdokonalování spolupráce s vybranými subdodavateli k oboustranné prospěšnosti
5. Dosažení spokojenosti zaměstnanců
6. Neustálého zlepšování koordinace a vazeb mezi procesy.

Plánování zajišťuje, že změna je provedena řízeným způsobem a zároveň integrity systému řízení je při této změně zachována.

### 1.3.2.2 Stanovení odpovědností a pravomocí

Vedení firmy :

- sděluje uvnitř organizace, že je důležité plnit požadavky zákazníků (jak interních, tak externích), stejně jako všechny zákonné požadavky a požadavky předpisů,
- stanovuje politiku jakosti a politiku ochrany životního prostředí a zajišťuje jejich plnění na všech úrovních organizační struktury,
- zajišťuje, že jsou stanoveny firemní cíle jakosti a ochrany životního prostředí a že jsou rozpracovány na všechny stupně řízení,
- provádí přezkoumávání vedením,
- zajišťuje dostupnost potřebných zdrojů.

#### **Pravomoci:**

**Ředitel firmy** - je zodpovědný za fungování systému preventivních opatření tj. aby se zabránilo a hlavně předešlo výskytu potenciálních problémů.

**Vedoucí jednotlivých úseků** (nebo jimi pověřeni pracovníci) - vypracovávají taková opatření, která jsou účinná a jsou přiměřená důsledkům potenciálních neshod.

**Představitel vedení pro jakost** -za přezkoumání přijatých opatření a za jejich hodnocení.

**Technici, ostatní vedoucí zaměstnanci firmy** – organizují činnost podle této směrnice na svém úseku, spolupracují iniciativně s dalšími spolupracovníky. Dávají návrhy na zlepšování systému

**Technický úsek** – Je zodpovědný za řešení složitějších problémů. Je zodpovědný za uplatnění preventivních opatření, za ověření účinnosti tohoto opatření a za provedení dokumentace řešení. Předkládá navržená opatření vedení společnosti k posouzení.

### 1.3.2.3 Lidské zdroje

Společnost

- Identifikuje potřeby týkající se způsobilosti pracovníků.

- Zajišťuje výcvik zaměstnanců.
- Zajišťuje, aby si pracovníci společnosti byli vědomi závažnosti a důležitosti svých činností a toho, jak přispívají k dosažení cílů společnosti.
- Zajišťuje udržování odpovídajících záznamů o vzdělání, praktickém výcviku a kvalifikaci.

#### **1.3.2.4 Přezkoumáním systému managementu**

Vedení společnosti přezkoumává systém jakosti minimálně jednou za rok tak, aby byla zajištěna jeho stálá aktuálnost, vhodnost a účinnost při uspokojování každého z požadavků ČSN EN ISO 9001:2000, vyhlášené politiky jakosti i stanovených cílů jakosti.

Cílem přezkoumání systému jakosti je průběžné zlepšování jeho celkové funkčnosti a účinnosti zdokonalováním realizace všech vnitřních činností společnosti.

O všech přezkoumáních společnosti a účinnosti systému jakosti vrcholovým vedením společnosti jsou udržovány záznamy.

#### **Vstup pro přezkoumání**

Jako podklad pro hodnocení účinnosti systému managementu jakosti slouží:

- výsledky prověrek jakosti
- reference/reklamace zákazníků
- zápisy z porad
- výsledky předchozích přezkoumání
- doporučení pro zlepšování

#### **Výstup z přezkoumání**

Zpráva z přezkoumání vedením obsahuje zejména opatření vztahující se k:

- zlepšování systému řízení a jeho procesů

- zlepšování služeb ve vztahu k požadavkům zákazníka
- potřebám zdrojů

### **1.3.2.5 Zlepšování**

Společnost plánuje a řídí procesy nezbytné pro neustálé zlepšování systému řízení. Společnost také vytváří podmínky pro neustálé zlepšování systému řízení a to využitím politiky společnosti, cílů, výsledků interních auditů, analýzy údajů, nápravných a preventivních opatření a přezkoumání vedením.

### **1.3.2.6 Řízení dokumentace**

#### **Vedení dat a záznamů:**

Za vedení dokumentace zodpovídá pověřený pracovník, tzv. správce dokumentace“.

Správce dokumentace zodpovídá za systém vedení dat záznamů. Za archivaci daného formuláře s vyplněnými daty zodpovídá ten, kdo tento formulář poslední vyplňuje, případně ten, komu se tento formulář předává ke zpracování. Za archivaci formulářů použitých postupně ve více jednotkách (odděleních) zodpovídá poslední uživatel. Termíny archivace stanovuje vedoucí pracoviště, kde se data a záznamy pořizují.

#### **Tvorba dokumentace:**

Návrh na zpracování nového dokumentu nebo na změnu stávajícího může vzejít od kteréhokoliv zaměstnance společnosti.

### **1.3.2.7 Vnitřní komunikace**

Společnost zajišťuje komunikaci mezi pracovníky, jednotlivými pracovišti i okolím společnosti formou:

- pracovních porad na všech úrovních
- procesu zpětné vazby

- pohovorů s pracovníky

### **1.3.2.8 Řízení neshodného výrobku**

Společnost zajišťuje, že produkt, který není ve shodě s požadavky, je identifikován a řízen, a je zabráněno nezamýšlenému využití nebo dodání zákazníkovi.

Cílem je vyloučení možnosti nechtěného užívání, instalace nebo uvedení do provozu u výrobku, který není ve shodě se specifikovanými požadavky.

V rámci definovaných postupů musí být při výskytu neshody vždy zajištěna:

1. Identifikace neshodného výrobku tak, aby bylo zajištěno, že výrobek nebude dále využíván.
2. Oznámení neshody odpovědnému pracovníkovi, eventuálně vedení společnosti, resp. zákazníkovi v případě ohrožení smluvně důležitých parametrů a termínů.
3. Analýza neshody, tj. přezkoumání neshodného výrobku.
4. Opatření, tj. vypořádání neshodného výrobku se realizuje např.:
  - opatřením přímo na vadném výrobku (revize dokumentů)
  - opatřením u zdroje, je-li nebezpečí, že se závada může opakovat
5. Kontrola účinnosti nápravného opatření

### **1.3.2.9 Interní audit**

### **1.3.2.10 Opatření k nápravě a preventivní opatření**

K zabránění opakovaného výsledku neshody společnost přijímá nápravná opatření. Smyslem nápravného opatření je odstranění příčiny. Nápravná opatření jsou úměrná důsledkům zjištěných problémů.

#### **Preventivní opatření**

Společnost k zabránění opakovaného výskytu problému, který by mohl způsobit neshodu stanovuje preventivní opatření.

Zdrojem informací jsou:

- Výsledky kontrolních kroků v rámci zpracování zakázek
- Porady na všech úrovních společnosti
- Reklamace/reference
- Výsledky prověrek jakosti
- Výsledky přezkoumání vedením
- Jakékoliv externí či interní impulsy

Cílem preventivních opatření je vyloučit příčiny možných neshod. Přijatá preventivní opatření jsou úměrná důsledku možných problémů.

Postupy pro preventivní opatření jsou dokumentovány a řešeny podle druhu zápisu tj. zápisy z porad, zprávy z interních prověrek jakosti, zprávy z přezkoumání vedením atp. a definují požadavky na:

- Přesné určení možných neshod a jejich příčin
- Stanovení a zajištění uplatnění potřebného preventivního opatření
- Přesné určení a uplatňování potřebného opatření
- Přezkoumání a ověření účinnosti přijatého preventivního opatření.

### ***1.3.3 Podpůrné procesy***

Stejně jako u řídicích procesů, tak ani analýza podpůrných procesů nebyla cílem této práce. Detailní popis lze opět nalézt v systému řízení jakosti a v následujícím textu jsou uvedeny pouze procesy nezbytné pro řešení této práce.

#### **1.3.3.1 Přezkoumání požadavků zákazníka**



Parametry požadované zákazníkem (Příloha1) projedná vedoucí výroby s vedoucím technického úseku. Po odsouhlasení ji zaeviduje do databáze a potvrzenou zašle zpět zákazníkovi.

### **1.3.3.2 Skladování a expedice**

Křemíkové monokrystaly, které splňují požadavky zákazníka jsou postupně pracovníkem měření kontrolovány. Následně se kompletují do jednotlivých zásilek. Ještě před zabalením se provede kontrola úplnosti dodávky, zda je v souladu s průvodní technickou dokumentací a v souladu s požadavkem zákazníka (Příloha1). Jednotlivé zkompletované objednávky jsou předávány odběratelům přímo na expedici, nebo se odesílají přes zásilkové služby. Manipulace s Si monokrystaly, manipulace s obalovými materiály musí být prováděna tak, aby nedošlo k jakémukoliv poškození.

### **1.3.3.3 Zajištění a údržba infrastruktury**

Vedení společnosti průběžně zajišťuje potřebné materiální zdroje pro žádoucí fungování systému jakosti, např.:

- Odpovídající pracovní prostory.
- Kvalitní pracovní podmínky.
- Vybavení pracovišť měřicí, servisní a výpočetní technikou.
- Komunikačním a přepravním vybavením.

Společnost zajišťuje údržbu a opravy, je prováděna preventivní údržba

### **1.3.3.4 Monitorování a analýza údajů**

#### **Monitorování**

Společnost měří a monitoruje vlastnosti produktu, aby se ověřilo, zda požadavky na produkt jsou splněny.

Jsou stanoveny zásady, pravidla, postupy a odpovědnosti pro:

- Nakupování materiálů a jejich kontrola (atesty)
- Provádění všech předepsaných měření
- Vedení záznamů o kontrolách

Cílem je nezávislé ověření shody parametrů zakázky se stanovenými dokumenty, vyloučení neshodných výstupů ze zpracování a zabránění expedici neshodných produktů zákazníkovi.

V průběhu realizace „komplexní zakázky“ zákazníkovi, jsou standardně plánovány mezioperační, respektive výstupní kontrolní kroky.

- Ověření dokumentace pro výroby
- Mezioperační kontroly
- Výstupní kontroly

Je dokumentován důkaz o shodě s požadavky zákazníka. V záznamech jsou uvedeny uvedeny podpisy pracovníků odpovědných za uvolnění produktu. Uvolnění a dodání produktu nepokračuje, pokud nejsou uspokojivě vyřešeny specifikované činnosti, pokud to zákazník neschválil jinak.

## **Analýza**

Společnost shromažďuje a analyzuje údaje s cílem stanovit vhodnost a efektivnost systému řízení a identifikuje zlepšení, která lze učinit. Jedná se následující údaje:

- Spokojenost a/nebo nespokojenost zákazníka – shody s požadavky zákazníka (průzkum spokojenosti zákazníka)
- Parametry procesů a produktů
- Hodnocení dodavatelů

Analýza údajů slouží:

- jako podklad pro vyhodnocování celkové výkonnosti organizace
- k identifikaci základních příčin současných a potenciálních problémů
- k rozhodnutí o opatřeních k nápravě a preventivních opatřeních potřebných pro neustálé zlepšování

Výsledky analýzy jsou předkládány vedení společnosti operativně na pravidelných poradách.

### **1.3.3.5 Hodnocení spokojenosti zákazníka**

Tato kapitola popisuje proces, který umožňuje provádět hodnocení spokojenosti zákazníka, což je pro firmu velice důležitý ukazatel. Pro tuto práci je však postačující okrajové seznámení s touto problematikou, která je podrobně popsána ve směrnici systému řízení jakosti (9).

Spokojenost zákazníka se hodnotí podle 11 níže uvedených kritérií.

1. Rychlost reakce na poptávku - Hodnotí se jak rychle organizace předloží nabídku na poptávku.
2. Kvalita doprovodné dokumentace - Hodnotí se, zda doprovodná dokumentace splňuje požadavky legislativních předpisů a požadavky zákazníka na dokumentaci.
3. Úroveň komunikace se zákazníkem - Hodnotí se, jak je zákazník spokojen s rychlostí reakce na jeho požadavky a dotazy.
4. Kvalita dodávaného materiálu - Hodnotí se, jak jsou zákazníci spokojeni s kvalitou dodávaného materiálu z hlediska :
  - elektrofyzikálních parametrů
  - geometrických parametrů
5. Kvalita dodávaných služeb - Hodnotí se profesionální úroveň expertů , jejich vystupování a ochota spolupracovat.

6. Včasnost dodávek/ poskytovaných služeb - Posuzuje se spokojenost zákazníka s dodržováním sjednaných termínů.
7. Cena materiálu / služeb - Posouzení ceny pro zákazníka ve vztahu ke kvalitě a rychlosti provedení.
8. Kvalita balení dodávaných dílů - Hodnotí se jak je oceňována vhodnost balení dodávaných dílů.
9. Jak zákazník vnímá úroveň organizace - Jak zákazník kulturu, vyspělost a způsob řízení organizace.
10. Jak zákazník vnímá kulturu pracoviště - Jak zákazník vnímá technickou a profesní vyspělost pracoviště.
11. Spokojenost se způsobem dopravy - Hodnotí se, jak je zákazník spokojen s poskytovanou dopravou a dopravními firmami, jež jsou dodavateli organizace.

## **1.4 Postup realizace výrobku**

### ***1.4.1 Příprava vsádky a legur***

### ***1.4.2 Tažení***

#### **1.4.2.1 Příprava zařízení**

#### **1.4.2.2 Roztavení vsádky**

#### **1.4.2.3 Legování**

#### **1.4.2.4 Proces tažení krystalu**

#### **1.4.2.5 Ukončení procesu tažení**

### ***1.4.3 Rozřezávání***

#### ***1.4.4 Měření měrného elektrického odporu***

#### ***1.4.5 Broušení***

#### ***1.4.6 Fazetování***

### ***1.4.7 Výrobní kontrola***

#### **1.4.7.1 Vyhodnocování SI monokrystalu**

#### **1.4.7.2 Kontrola SI monokrystalu po řezání**

#### **1.4.7.3 Vratné zbytky**

#### **1.4.7.4 Kontrola výřezu SI monokrystalu**

#### **1.4.7.5 Technické požadavky**

#### **1.4.8 Výstupní kontrola**

### **1.5 SWOT analýza**

Analýza SWOT slouží k poznání prostředí a vnitřních možností podniku. Vychází se z předpokladu, že firma dosáhne úspěchu maximalizací předností a příležitostí a minimalizací nedostatků a hrozeb.

#### **1.5.1 Výsledky analýzy**

Ve výsledku analýzy se zaměříme především na identifikované slabé stránky. Z analýzy je patné, že firma má hned několik slabých stránek a pokud chce být firma úspěšná musí tyto slabé stránky minimalizovat nebo ještě lépe, úplně je eliminovat.

## **2 Teoretická část**

### **2.1 Proces, procesní řízení**

#### **Proces**

Procesem je myšlena úplná kombinace dodavatelů, výrobců, lidí, zařízení, vstupního materiálu, metod a prostředí, tedy všech prvků, které se podílejí dohromady na výstupu procesu, a dále zákazníků, kteří tento výstup užívají. Celkový výkon procesu závisí na komunikaci mezi dodavatelem a zákazníkem, na způsobu, jakým je proces navržen a implementován a dále na tom, jak funguje a jak je řízen. Systém regulace

procesu je užitečný pouze tehdy, jestliže přispívá k udržení dokonalé úrovně procesu a nebo ke zlepšení celkové výkonnosti procesu (2).

### **Procesní řízení**

Procesní řízení je způsob chápání role pracovníků, pracovních týmů, organizačních jednotek ve společnosti a jejich podíl na výsledných hodnotách vytvořených jednotlivými procesy. Transformace od funkčního k procesnímu řízení neznamena změnu organizační struktury nebo pouhé snižování pracovníků (většinou s cílem snížení provozních nákladů). Je to zejména změna myšlení každého pracovníka v organizaci. Z toho důvodů je tato transformace většinou jen částečně úspěšná.

Samozřejmě každá změna by měla sledovat zlepšení ekonomických výsledků. Procesní řízení je ovšem pouze jeden krok v řadě změn. Praxe potvrzuje, že bez existence jasné strategie a definice cílů (ekonomických, jasně kvantifikovaných) je jakákoliv změna předem odsouzena na neúspěch. Většina společností neví, co mohou od procesního řízení očekávat, jaké konkrétní přínosy tato změna může přinést. To je důvod, proč váhají s její realizací a naopak, mnoho firem se do ní bezhlavě pustí bez jasného plánu a konkrétních (ovšem realizovatelných) cílů.

## **2.2 Sedm základních nástrojů řízení jakosti**

Se sedmi základními nástroji pro řízení a zlepšování jakosti byla česká odborná veřejnost seznámena prvně K. Ishikawou v roce 1973 při jeho návštěvě Prahy. Jejich původní název byl „Seven Tools“ a jejich obsah byl formován v průběhu padesátých a šedesátých let minulého století v Japonsku právě K. Ishikawou a E. Demingem, který v té době v Japonsku dlouhodobě působil. Společným rysem těchto nástrojů je požadavek na trvalou týmovou práci, tedy požadavek, který přežil všechny vývojové fáze řízení jakosti až po současný přístup (1). Základní struktura sedmi nástrojů, jejichž vnitřní náplň má tvar:

- a) kontrolní tabulky
- b) vývojové
- c) histogramy

- d) diagram příčin a následku
- e) Paretův diagram
- f) bodové diagramy
- g) regulační diagramy

Kromě výše zmíněného rysu – trvalé týmové práce – představuje většina uvažovaných nástrojů v podstatě kvantitativní metody, které při řízení procesu přispívají:

- k jeho monitorování a lepšímu zvládnutí řízení,
- k hlubšímu pochopení procesu a realizaci procesního přístupu,
- k problémům identifikace,
- k řešení problémů souvisejících s diagnostikou a vzniklých dílčích konkrétních problémů,
- k lepšímu fungování celého systému
- k racionalizaci a objektivizaci realizovaných rozhodnutí.

K řešení takových otázek vždy potřebujeme data, a ta můžeme získat buď experimentem, nebo – za určitých podmínek - k jejich získání můžeme využít existujících informačních zdrojů. Následně tato data musíme analyzovat z pohledu řešeného problému z oblasti aplikované statistiky, ale i z oblasti bezporuchovosti a spolehlivosti. Druhá z norem je rovněž návodem k aplikaci systému SPC, když se musí prokazovat nebo zlepšovat způsobilost dodavatele snižovat kolísání procesu.

### **2.2.1 Kontrolní tabulky**

Kontrolní tabulky slouží k ručnímu sběru prvotních dat o procesu spolehlivým, organizovaným způsobem. Nejčastější oblasti použití kontrolních tabulek při zajišťování jakosti jsou tyto:

- vstupní, operační, výstupní kontrola jakosti polotovarů, součástek, hotových dílů, surovin;
- analýza strojů a zařízení;



- analýza technologického procesu;
- analýza neshodných jednotek (vadných výrobků);
- záznam vstupních údajů a výpočet základních charakteristik pro regulační diagramy.

Uspořádaný způsob záznamu dat umožňuje zjednodušení a standardizaci záznamu dat a jejich vizuální interpretaci. To přináší minimalizaci chyb při vlastním sběru, záznamu, přepisování, interpretaci a ukládání dat (3).

Zjednodušení je charakterizováno použitím čárek nebo značek a symbolů místo čísel nebo textových charakteristik. Umožňuje mj. záznam velkého počtu dat do jedné tabulky.

Uspořádaný způsob záznamu dat umožňuje zjednodušení a standardizaci záznamu dat a jejich vizuální interpretaci. To přináší minimalizaci chyb při vlastním sběru, záznamu, přepisování, interpretaci a ukládání dat.

Zjednodušení je charakterizováno použitím čárek nebo značek a symbolů místo čísel nebo textových charakteristik. Umožňuje mj. záznam velkého počtu dat do jedné tabulky.

Kontrolní tabulky mají tři hlavní oblasti aplikace:

1. jsou nástrojem pro záznamy výsledků jednoduchého čítání různých položek (např. vad);
2. jsou nástrojem zobrazení rozdělení souboru měření;
3. jsou nástrojem zobrazení místa výskytu určitých jevů, např. vad na výrobku.

V prvním případě je tabulka výchozím podkladem pro zpracování např. Paretovy analýzy. V druhém případě může tabulka sloužit jako výchozí podklad pro sestrojení histogramu. V třetím případě tabulky podávají jednak informaci o četnosti výskytu různých druhů vad, jednak graficky zobrazují místa výskytu jednotlivých druhů vad a jejich koncentraci v těchto místech na zkoumaném výrobku.

### **2.2.2 Vývojové diagramy**

Tyto diagramy jsou základním nástrojem zdokonalování procesu, neboť pomáhají odhalit, jak určité činnosti postupují tam, kde je možno identifikovat proces, a pochopit, jak proces funguje. Snadněji lze identifikovat zlepšení, zdokonalit úroveň komunikace mezi útvary a pracovními skupinami v organizaci. Vývojové diagramy jsou

univerzálním nástrojem popisu jakéhokoli procesu. Jsou důležitou pomůckou při budování systému zabezpečování jakosti (jako součást příručky jakosti).

Velmi užitečným nástrojem jsou vývojové diagramy při řešení těchto situací:

- vysvětlení procesu zákazníkům nebo uživatelům při prokazování jakosti,
- objasnění vazeb mezi činnostmi procesu novým pracovníkům;
- odkrytí a objasnění vazeb mezi útvary participujícími na určitém procesu;
- odhalení nedostatků v procesu (nevhodné, zbytečné činnosti, chybějící činnosti, zdvojování úsilí, zpoždování) a navržení zlepšení;
- srovnání skutečného a ideálního průběhu procesu.

V podstatě je vývojový diagram grafem s jedním začátkem a jedním koncem. Struktura a sekvence aktivit tvořících popisovaný proces je v grafu vyjádřena operačními bloky zobrazujícími činnosti a rozhodovací bloky.

Základním posláním využívání těchto diagramů je, aby lidé zúčastnění v daném procesu komunikovali jednotnou terminologií a ve zcela jasných vztazích. Lidé pak lépe chápou své místo v procesu ve vztahu k činnostem předcházejícím (3).

Při sestavování vývojového diagramu je potřeba udržet popis jednoduchý a stručný, udržovat stejný popis činností v rámci popisovaného procesu. Vývojové diagramy lze rozdělit na tři základní typy: vývojový diagram vstup – výstup, lineární vývojový diagram a integrovaný diagram, který je ze všech tří nejkompaktnější.

### **2.2.3 Histogamy**

Histogram představuje grafické znázornění intervalového rozdělení četností (v oblasti řízení jakosti jde např. o rozdělení četnosti hodnot znaku jakosti - rozměrů výrobku, chemického složení výrobku, pevnosti, napětí, výkonu apod. nebo hodnot výrobních činitelů ovlivňujících jakost výrobků - řezných rychlosti, tlaků, teploty apod.). Díky přehlednosti a jednoduchému sestavení patří histogramy k nejznámějším a v praxi nejpoužívanějším jednoduchým statistickým nástrojům. Aplikují se při průběžné kontrole ve výrobním procesu, při studiu způsobilosti procesu, při analýze přesnosti a stability výkonu strojů, při výuce seřizovačů, operátorů i kontrolorů. Často se jich využívá při zpracování výkazů o výsledcích kontroly jakosti, při periodické plánované prověrce způsobilosti zařízení.

Z histogramu lze vyčíst následující informace:

- odhad polohy a rozptýlenosti hodnot sledovaného znaku jakosti či parametru procesu;
- odhad tvaru rozdělení sledovaného znaku jakosti či parametru procesu;
- identifikace změn procesu -
  - a) srovnáním histogramů mezi sebou a porovnáním odhadů polohy a rozptýlenosti,
  - b) analýzou tvaru histogramu;
- prvotní informaci o způsobilosti procesu.

## **2.2.4 Diagram příčin a následku**

Tento nástroj je základním jednoduchým nástrojem shromažďování informací o procesech, výsledcích, výkonnosti procesu za účelem zdokonalování procesů.

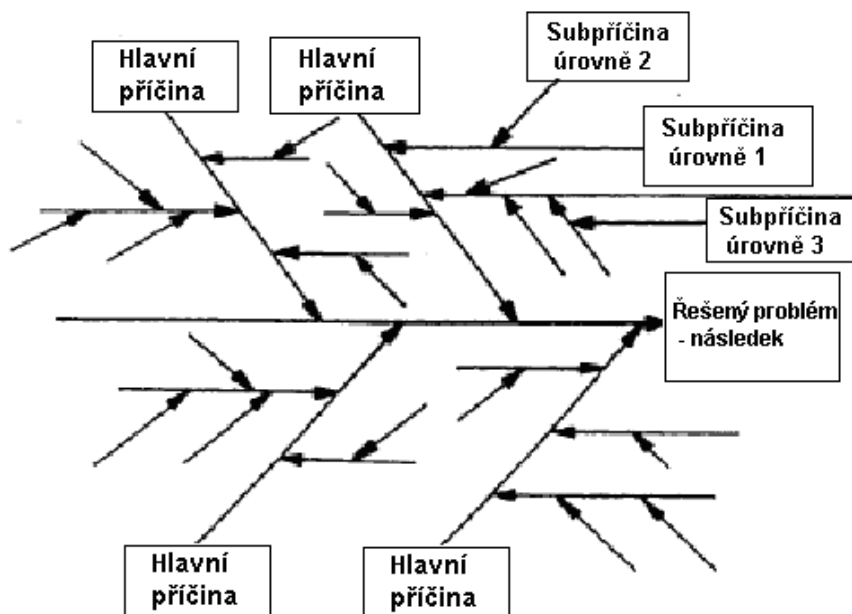
Diagram příčin a následku (Obr. 2.1) ukazuje grafickou formou vztah mezi následkem a příčinami, obecněji řečeno mezi sledovaným znakem jakosti (následkem) a možnými zdroji kolísání tohoto znaku jakosti (příčinami). Pro svůj tvar bývá tento diagram také nazýván „diagram rybí kosti“ nebo podle svého autora „Ishikawův diagram“.

Základní obecný tvar diagramu je znázorněn na obrázku ... Následek, který je obvykle lokalizován v pravé části diagramu, obsahuje vždy stručnou specifikaci problému, který se má řešit; tato část diagramu bývá nazývána také „rybí hlava“. Nalevo od ní se zobrazují jednotlivé hlavní příčiny a odvozené dílčí příčiny neboli subpříčiny. Každá ze subpříčin je uváděna do relace v pořadí, které odpovídá úrovni ovlivnění hlavní příčiny (3). Je pravda, že diagram příčin a následku může být konstruován jediným pracovníkem, ale mnohem výhodnější je využít mozkového potenciálu týmu pracovníků, kteří se s řešeným problémem často setkávají. Každý ze zúčastněných může tak svými zkušenostmi přispět k obohacení výčtu příčin a subpříčin, a tak se minimalizuje možnost opomenutí některé z nich v celkových úvahách směřujících v prvním kroku k určení všech příčin, které mohou objasnit, proč je chování procesu právě takové, jaké je nyní. Pochopitelně použití diagramu příčin a následku se neomezuje jen na výrobní sféru a řešení otázek útvaru managementu jakosti, ale lze jej aplikovat při řešení všech problémů, které se objevují v administrativě, v zásobování, přepravě, marketingu, laboratořích apod.

V praxi se používají tři skupiny diagramů příčin a následků, a to diagramy

1. pro analýzu variability procesu;
2. pro klasifikaci procesu;
3. pro vyšetřování příčin.

Typ diagramu uvedený pod bodem 1. je v praxi používán nejčastěji.



Obr.: 2.1 Základní schéma diagramu příčin a následku

### 2.2.5 Paretův diagram

V oblasti řízení jakosti je Paretův princip jedním z nejefektivnějších běžně dostupných a snadno aplikovatelných rozhodovacích nástrojů. Umožňuje oddělit podstatné faktory (například příčiny určitého problému s úrovní jakosti) od méně podstatných a ukázat, kam zaměřit úsilí při odstraňování nedostatků v procesu zabezpečování jakosti. Pro oblast řízení jakosti použil poprvé aplikaci známého Paretova principu americký odborník na jakost J. M. Juran. Juran zformuloval závěr, že 80-95 % problémů s jakostí je způsobeno malým počtem příčin (5 až 20 %). Tyto příčiny nazval „životně důležitou menšinou“. Na příčiny tvořící tuto menšinu je v další analýze procesu třeba přednostně

zaměřit pozornost, analyzovat je do hloubky a odstranit či minimalizovat jejich působení. Ostatní příčiny (80-95 %) nazval zprvu „triviální většinou“, později „užitečnou většinou“(3).

Využití Paretova diagramu je mnohostranné. V oblasti zajišťování jakosti může jít o následující oblasti: analýzu počtu neshodných výrobků a jejich druhů, analýzu ztrát s nimi spojených, analýzu časových a finančních ztrát spojených s vypořádáním neshodných výrobků, analýzu reklamací z hlediska finančních ztrát či důvodů reklamací, analýzu příčin výroby neshodných výrobků, příčin prostoje strojů, analýzu poruch a havárií zařízení, opotřebování náradí... Každý problém lze hodnotit ze tří základních pohledů: z hlediska prosté četnosti sledovaného ukazatele, z hlediska nákladového nebo z hlediska významnosti sledovaných jevů z pohledu bezpečnosti či funkčnosti výrobku. Volba hlediska a sledovaného ukazatele závisí na cílech a prioritách řešení problému.

Paretovy analýzy lze úspěšně využít jak při vyhledávání a definování nejpodstatnějších problémů (následků), které jsou např. nejčetnější nebo nejnákladnější, tak při stanovení „životné důležité menšiny“ příčin, které způsobují předem definovaný, již odhalený problém. V tomto případě se Paretova analýza nejčastěji provádí po sestavení diagramu příčin a následku vybraným týmem odborníků.

### **2.2.6 Bodový diagram**

Při řízení procesu zdokonalování jakosti se často dostaneme do situace, kdy regulovat proces podle námi vybraného (či častěji zákazníkem nebo normou stanoveného) znaku jakosti je tak náročné (ekonomicky nebo časově), že by regulační zásahy byly neefektivní, nebo není přístupná potřebně přesná měřicí technika. Je ale relativně jednoduché zjistit jiný znak jakosti, který s požadovaným znakem koreluje. Pak je třeba najít vhodnou regresní funkci a pomocí ní a hodnot znaku jakosti, které jsme schopni a levně zjistit, stanovit potřebné hodnoty požadovaného znaku jakosti (3).

### **2.2.7 Regulační diagramy**

Předmětem statistického řízení výrobního procesu (Statistical process control – SPC) je napomáhat k dosažení a udržení výrobního procesu na přípustné a stabilní úrovni tak, aby byla zajištěna shoda produktů a služeb se specifikovanými požadavky.

Základním statistickým nástrojem SPC jsou regulační diagramy. Regulační diagram umožňuje odlišit odchylky vzniklé působením vymezitelných příčin od náhodných odchylek (8).

Statistické řízení procesu představuje zpětnovazební systémové ovládání procesu na základě průběžné informace o výkonu procesu v průběhu vlastní regulace. Proces ovlivňovaný pouze systémem náhodných příčin (chance causes) má charakter statisticky zvládnutého procesu a takový proces má tu vlastnost, že je predikovatelný. Naproti tomu přítomnost zvláštních příčin (nazývaných také vymezitelné příčiny – assignable causes) vyvolává v procesu nepředvídatelné změny. Tyto typy příčin je nutné identifikovat. Právě detekce přítomnosti zvláštních příčin je úlohou regulačních diagramů (1).

Cíle SPC jsou definovány takto:

- prohloubit znalosti o procesu;
- řídit proces tak, aby se choval požadovaným způsobem;
- snižovat kolísání parametrů konečného produktu nebo zlepšovat dosaženou úroveň procesu jinými způsoby.

V praxi vyžaduje SPC opakovaně realizovat ekonomicky fundované rozhodnutí o opatřeních ovlivňujících proces. To znamená uvádět v rovnováhu důsledky uskutečněných opatření, když zásah do procesu není nutný (tzv. zbytečný zásah) proti důsledkům neuskutečněných opatření, když zásah je nutný (tzv. chybějící zásah).

Nutno zdůraznit, že regulační meze (UCL – horní regulační mez a LCL – dolní regulační mez) nejsou totožné s mezními hodnotami (USL – horní mezní hodnota a LSL – dolní mezní hodnota) předepsanými specifikací. Meze UCL a LCL jsou hranice vymezující oblast pro přirozenou variabilitu použité výběrové charakteristiky.

### **2.2.7.1 Typy regulačních diagramů**

Základní typy tzv. Shewhartových regulačních diagramů pro základní druhy kontrol:

- pro kontrolu měřením nabízí regulační diagramy:  $(\bar{x}, R)$ ,  $(\bar{x}, s)$ ,

(Me, R), (x, MR)

-pro kontrolu srovnáváním nabízí regulační diagramy: (p), (np),

(c), (u)

U regulačních diagramů při kontrole měřením se sleduje vždy jediný znak jakosti a pracuje se vždy se dvěma diagramy (jeden pro sledování polohy procesu a druhý pro sledování variability procesu), kdežto při kontrole srovnáváním se pracuje vždy jen s jedním regulačním diagramem, ale současně může být sledováno i několik znaků jakosti. Nutno připomenout, že SPC založená na kontrole měřením vyžaduje podstatně nižší rozsahy podskupin než SPC založená na kontrole srovnáváním, neboť kvantitativní data poskytují bohatší informaci než kvalitativní data.

### **2.2.7.2 Činnosti před aplikací SPC**

Před aplikací SPC se musí:

- vedení postarat o vytvoření podmínek pro zavádění statistického řízení procesů, neboť splnění jeho cílů se musí stát záležitostí všech počínaje top managementem;
- zvolit proces, který má být regulován, a sledovaná veličina;
- zajistit podmínky pro regulaci, tj. v možném rozsahu zabezpečit neměnnost všech známých vlivů;
- definovat systém měření, zajistit potřebné vybavení pracovišť a realizovat školení pracovníků;
- zvolit výběrové charakteristiky, kterými se proces bude sledovat (tím se vymezí typ regulačního diagramu), tím současně zjistit potřeba ověření, zda jsou splněny určité předpoklady, na kterých jsou založeny jednotlivé typy regulačních diagramů
- určit počet podskupin pro pokusné období (obvykle nejméně 25, ale spíše více);
- ze zkušeností vytipovat možné vymezitelné příčiny a další přidávat, jak jsou poznávány a zaznamenávány do regulačního diagramu;
- stanovit formy zásahů na odstranění zjištěných vymezitelných příčin, vymezit příslušné odpovědnosti a návazné povinnosti jednotlivých pracovníků (1).

### 2.2.7.3 Zásady analýzy regulačních diagramů a možnosti řešení vzniklých problémů

Při analýze regulačních diagramů se soustředíme především na:

- identifikaci jakéhokoli důkazu, že průměr procesu nebo variabilita procesu nevykazují konstantní úroveň;
- skutečnost, že jeden nebo oba parametry procesu nejsou statisticky zvládnuty (1).

Nutno zdůraznit, že:

- analýza regulačních diagramů při kontrole měřením začíná vždy analýzou variability procesu
- při analýze lze vylučovat jen takové podskupiny, u kterých byla přítomnost zvláštní (vymezitelné) příčiny nejen evidována, ale také fyzikálně vysvětlena, její působení odstraněno a vytvořena bariéra proti tomu aby opět nastala; pokud nedojde k vysvětlení vlastní příčiny a k jejímu odstranění, nutno takovou podskupinu zachovat ve výpočtech regulačních mezí pro další období, neboť v takovém případě nelze u takové příčiny vyloučit, že nastane znovu;
- ukazatele způsobilosti  $C_p$  a  $C_{pk}$  pro sledovaný proces je povoleno počítat vždy jen po prokázání, že tento proces je ve statisticky zvládnutém stavu. V opačném případě jsou vypočtené hodnoty všech ukazatelů způsobilosti zcela neobjektivní.

### 2.2.7.4 Postup při aplikaci ( $\bar{x}$ , $R$ ) - diagramů a výpočetní vzorce

- pro každou z  $k$  podskupin vypočteme výběrový průměr  $\bar{x}_i$  a výběrové rozpětí  $R_i$ , pro  $i = 1, 2, \dots, k$ ;
- na regulačním diagramu zakreslíme stupnice pro  $\bar{x}_i$  a  $R_i$ ; doporučuje se, aby v obou případech byl uvažován alespoň dvojnásobek rozdílu mezi největší pozorovanou hodnotou  $\bar{x}_i$ , resp.  $R_i$  v podskupině;
- dvojice bodů (  $\bar{x}_i$ ,  $R_i$  ) se zakreslí do příslušných diagramů.

výpočet průměru procesu a průměrného rozpětí:



- z hodnot  $x_i$  a  $R_i$  zjištěných v  $k$  podskupinách stejného rozsahu  $n$  se vypočtou: průměr procesu se vypočítá takto:

$$\bar{\bar{x}} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \bar{x}_i$$

průměrné rozpětí se vypočítá takto:

$$\bar{R} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k R_i$$

Výpočet ukazatelů způsobilosti z dat v  $(\bar{x}, R)$  :

- ukazatel způsobilosti  $C_p$ , který vyjadřuje „čeho je proces schopen“
- ukazatel způsobilosti  $C_{pk}$ , který vyjadřuje „čeho jsme skutečně dosáhli“, ukazatele se vypočítají podle vzorců:

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma}$$

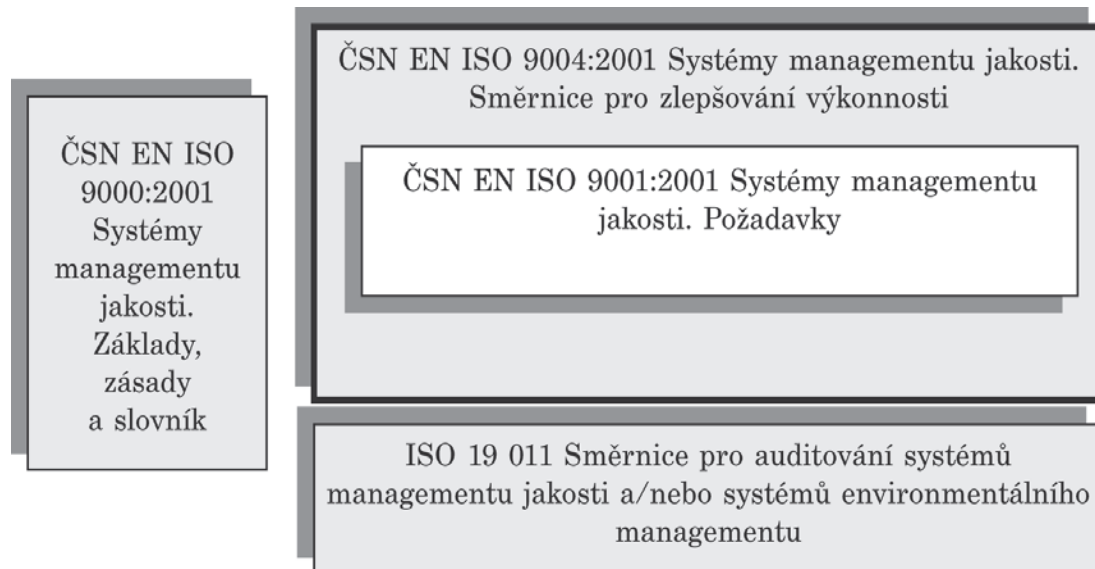
$$C_{pk} = \frac{\min\{USL - AVE, AVE - LSL\}}{3\sigma}$$

Kde  $\sigma$  je směrodatná odchylka a vypočítá se podle vzorce:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Zkratka „min“ před složenou závorkou značí, že se ze dvou výrazů uvnitř závorky za  $C_{pk}$  považuje ten, jehož číselná hodnota je menší.

## 2.3 STRUKTURA A ÚČEL NOREM ISO ŘADY 9000



Obr.: 2.2 Struktura souboru norem ČSN EN ISO 9000:2001

Výchozí struktura těchto norem zahrnuje pouze čtyři standardy v souladu s obr. 2.2.

Norma ČSN EN ISO 9000:2000 uvádí rozsáhlý výklad a definice pojmů souvisejících s jakostí, managementem, organizací, procesem, výrobkem, znaky jakosti, shodou, dokumentací, zkoušením, audity, procesy měření apod. Tato norma pak definuje i obecné principy managementu jakosti.

Norma ČSN EN ISO 9001 je souborem základních požadavků, které musí všechny organizace (včetně malých) plnit, aby byla prokázána jejich schopnost zabezpečovat požadovanou úroveň svých produktů a služeb. Není určena k interní aplikaci, ale především pro účely externího posuzování shody (např. při certifikačních auditech).

Norma ČSN EN ISO 9004 je návodem na to, co všechno by měl efektivní systém managementu jakosti obsahovat. Právě tato norma je určena k interní aplikaci v rámci jednotlivých organizací. Její respektování zvýší celkovou výkonnost organizací.

Poslední z norem - ČSN EN ISO 19011 je obecně vypracovanou směrnicí pro realizaci tzv. auditů, tedy procesů posuzování stavu systému managementu jakosti s cílem identifikovat příležitosti k jeho dalšímu zlepšování.

Zvládnutí požadavků normy ČSN EN ISO 9001 ještě negarantuje plnění v další části uvedených funkcí systémů managementu jakosti, je však nesporně prvním účinným krokem ke zvýšení kvality řízení (4).

## **2.4 PRINCIPY MANAGEMENTU JAKOSTI – PRAKTICKÝ PŘÍSTUP K JEJICH APLIKACI**

Norma ČSN EN ISO 9000 definuje osm základních principů managementu jakosti. V další části jsou popsány hlavní činnosti, které vedou k jejich praktickému naplnění i v prostředí malých organizací.

### **2.4.1 Orientace na zákazníka**

Pojmem „zákazník“ je v ČSN EN ISO 9000 definován: „organizace nebo osoba, která přijímá produkt.

Budoucnost každé organizace je přitom bytostně závislá na chování jednotlivých skupin zákazníků a maximalizace míry jejich spokojenosti a loajality tak musí být jednou z principiálních funkcí systému managementu jakosti. Praktická aplikace tohoto principu pak vyžaduje zejména:

- systematické zkoumání požadavků jednotlivých skupin zákazníků,
- jejich rychlé a efektivní naplňování,
- provázanost strategických i operativních cílů organizace s potřebami a očekáváními zákazníků,

- systematické měření spokojenosti zákazníků.

## **2.4.2 Vedení a řízení zaměstnanců**

Řídící pracovníci mají být opravdovými vůdci. Mají v organizaci vytvořit takové prostředí, ve kterém všechny skupiny zaměstnanců budou podávat maximální výkony v zájmu naplňování cílů organizace. Realizace tohoto principu od manažerů malých firem vyžaduje:

- deklarování mise, vize, politiky a cílů v souladu s požadavky zákazníků a dalších zainteresovaných stran,
- vytváření prostředí vzájemné důvěry mezi jednotlivými skupinami zaměstnanců,
- poskytování příležitostí zaměstnancům k vlastní práci, včetně přerozdělování odpovědností a pravomocí,
- motivaci všech zaměstnanců k týmové práci a k procesům zlepšování,
- stát se pozitivním vzorem ostatním apod.

## **2.4.3 Zapojení lidí**

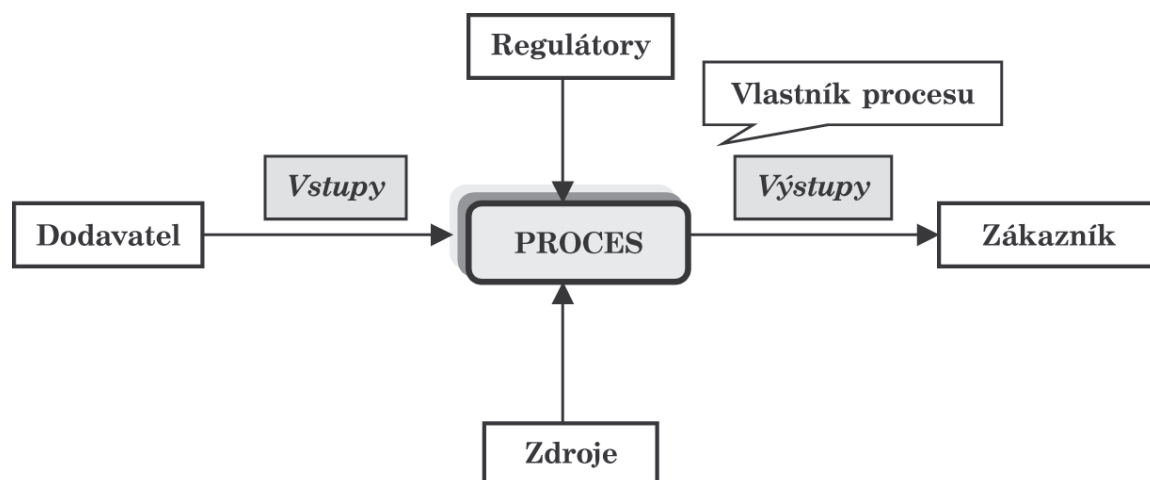
Aktivita a moudrost zaměstnanců jsou největším bohatstvím každé organizace. Pro dosažení tohoto stavu musí vedení malých organizací:

- vysvětlovat důležitost všech činností zaměstnanců pro výsledky organizace,
- vést zaměstnance k odhalování slabých míst v jejich výkonnosti,
- trvale vzdělávat zaměstnance na všech úrovních řízení,
- hodnotit naplňování osobních cílů zaměstnanců a při jejich plnění pomáhat,
- odměňovat úsilí zaměstnanců ke zvyšování výkonnosti apod.

Tento princip se úzce dotýká personálního managementu a preferuje kvalitu lidí.

## **2.4.4 Procesní přístup**

Organizace pracují mnohem efektivněji, pokud to co dělají chápou a řídí jako procesy. Před upřednostňováním jakosti produktů (výstupů) je preferována jakost procesů.



Obr. 2.2: Základní model procesu

Potom za proces (Obr. 2.2) možno chápat soubor dílčích činností, měnících vstupy na výstupy za spotřeby určitých zdrojů v regulovaných podmínkách. Vstupy dodávané interními nebo externími dodavateli jsou v daném procesu spotřebovány na výstupy, které mají charakter

zpracovaného materiálu nebo informací. Zdroje se v průběhu daného procesu úplně nespotřebují, pouze jsou podmínkou k jeho vykonání (např. lidé, technika apod.). Regulátory jsou všechny faktory, které určitým způsobem limitují průběh procesu, jde např. o zákony, normy, předpisy, ale i nejrůznější podmínky (např. počet technologicky nezaměnitelných strojů a pod). V systémech managementu jakosti musí mít každý proces svého vlastníka, tj. osobu, která je odpovědná za jakost výstupů a za efektivní průběh vlastního procesu.

K naplnění tohoto principu je nutné

- systematicky definovat ty procesy v organizaci, jež jsou nutné pro dosažení plánovaných výsledků,

- jednoznačné definování vlastníků, jejich odpovědností a pravomocí u všech těchto procesů, systematicky měřit výkonnost procesů a analyzovat výsledky těchto měření pro účely objektivního rozhodování,
- systematicky se zaměřovat na klíčové faktory procesů, tj. adekvátní zdroje, metody a materiály.

### **2.4.5 Systémový přístup k managementu**

Systém managementu je chápán jako soubor na sebe navazujících procesů, což má organizaci přinést zvýšenou efektivnost a účinnost při dosahování cílů.

K aplikaci tohoto principu malé organizace musí:

- definovat svou strukturu procesů v systémech managementu jakosti,
- poznat návaznost těchto procesů a tuto propojenost i deklarovat (např. procesními mapami v příručce jakosti),
- poznat na druhé straně i nezávislost (ne však odtrženost) některých procesů,
- jednotlivé procesy popsat v takové míře podrobností, jaká je nutná pro jejich efektivní vykonávání, atd.

### **2.4.6 Neustálé zlepšování**

Každá organizace má vždy dostatek příležitostí k dalšímu zlepšování. Neustálé zlepšování výkonnosti musí být chápáno za základní cíl v jakékoliv organizaci. Aplikací tohoto principu má být zabezpečeno dosahování nové úrovně v takových oblastech, jako je razantní snižování rozsahu neshod, nabídka nových produktů a v neposlední řadě i redukce vnitřních neefektivností organizace. Je však nutné, aby v každé malé firmě:

- bylo soustavně rozvíjeno prostředí k tvořivé aktivitě zaměstnanců (ve vazbě na princip vůdcovství),
- byla výsledkem přezkoumání vedením rozhodnutí o směrech zlepšování a ne pouze o nápravných opatřeních,

- byly auditory, posuzovateli a všemi řídicími pracovníky identifikovány příležitosti ke zlepšování,
- byly uvolňovány potřebné zdroje pro kontinuální zlepšování a hodnocena jejich efektivnost.

#### ***2.4.7 Orientace na fakta při rozhodování***

Jeho podstatou je tvrzení, že objektivní a účinná rozhodnutí mohou být učiněna pouze na základě využití vhodně analyzovaných dat a informací, tj. na základě procesů měření výsledků. Co je podmínkou úspěšné aplikace tohoto principu? Zejména:

- sběr dostatečně přesných a spolehlivých dat z jednotlivých procesů v organizaci,
- využívání vhodných statistických nástrojů k analýzám a vyhodnocování dat,
- výcvik lidí k využití metod sběru a analýzy dat,
- ochota řídicích pracovníků analyzovaná data využívat v procesech řízení,
- co nejširší zpřístupnění výsledků analýzy dat zaměstnancům.

#### ***2.4.8 Vzájemná prospěšnost vztahů s dodavateli***

Protože i malé organizace a jejich dodavatelé se vždy vyznačují určitou vzájemnou závislostí, je nutné mezi nimi dosáhnout stavu vzájemně vyvážených a prospěšných vztahů, postavených na důvěře obou partnerů. Klíčovými aktivitami pro naplnění tohoto principu jsou:

- výběr klíčových, resp. strategicky významných dodavatelů,
- pravidelné hodnocení jejich okamžité výkonnosti,
- poskytování nejrůznější pomoci dodavatelům,
- sdílení a komunikování nejlepších praktik,
- účinná komunikace v průběhu celé doby trvání obchodních vztahů,
- motivace dodavatelů ke zlepšování apod.

### 3 Návrhová část

V následující kapitole se zaměřím na problém, který vyplynul ze SWOT analýzy.

#### 3.1 Zdroje statistických dat

Dispečer výroby, technici a ostatní vedoucí pracovníci společnosti se společně zasazují o další zlepšování jednotlivých procesů. Ke své činnosti využívají data z tzv. „centrální databáze procesů“. Tato databáze v sobě zahrnuje data ze všech realizovaných taveb v průběhu roku a je doplňována průběžně dispečerem výroby tak jak jsou postupně do výrobního procesu zadávány jednotlivé tavby. Měsíčně je to přibližně 115 taveb, za celý kalendářní rok pak cca 1300 taveb. Databáze je zpracovávána pro každý kalendářní rok zvlášť, avšak databáze jednotlivých let se dají libovolně spojovat, takže s nimi lze pracovat jako s jedním celkem. Pomocí filtrů pak lze jednoduše zpracovávat potřebné výstupy.

Takto vytvářená databáze nabízí široké spektrum informací a umožňuje vytvářet výstupy pro většinu procesů. S jejím využitím lze vyhodnocovat např. materiálovou náročnost výroby, dosahované výtěžnosti celkově i na jednotlivých tažících či na jednotlivých typech monokrystalů. Lze vyhodnocovat dopady případných úprav technologie na výsledky výroby, lze srovnávat použité druhy materiálů podle dosahovaných výtěžností, vlivy změn na cílové parametry výrobků a v neposlední řadě i kvalitu práce jednotlivých operátorů.

#### 3.2 Návrh využití statistických dat při řízení

Současná databáze není plně využita. Z některých údajů, které databáze nabízí, lze pomocí nástrojů jakosti využít pro řízení procesů. A to buď :

- při výrobě
- pro přípravu výroby

##### 3.2.1 Návrh pro přípravu výroby



Využívání statistických metod budu dokumentovat při přípravě výroby dodávek pro nejvýznamnějšího současného zákazníka firmy. Japonská firma nakupuje významné množství 5“ monokrystalů v orientaci 1.1.1., legovaných arzenem.

. Většina odběratelů se spokojí s tím, že použitá technologie a především vstupní materiály garantují obsah kyslíku v krystalech nižší než  $30 \cdot 10^{-17} \text{ at/cm}^3$ . Není totiž v možnostech firmy měřit obsah kyslíku u takto vysoce legovaných monokrystalů. Tato měření vyžadují nákladné přístrojové vybavení a investice do takového vybavení se vyplatí pouze firmám, které vyrábějí i křemíkové desky ve velkých sériích. Zákazník se zavázal k tzv. zpětné vazbě, tzn. že bude dodavateli zasílat výsledky svých měření na krystalech, aby ten mohl provádět případné korekce v technologii pro další zlepšování tohoto parametru.

### **3.2.1.1 Ověřování spolehlivosti měření měrného odporu**

Firma dohodnula se zákazníkem tzv. zpětnou vazbu. To do budoucna umožňuje ověřování spolehlivosti měření srovnáváním hodnot naměřených ve firmě s hodnotami naměřenými u zákazníka.

Vzhledem k názornosti a přehlednosti, bude využit bodový diagram.

Bodový diagram srovnává hodnoty měrného odporu, naměřené na monokrystalech ve firmě ARSIL Crystal, s hodnotami, které na těch samých monokrystalech naměří vstupní kontrola u zákazníka a v rámci „zpětné vazby“ zasílá dodavateli.

V ideálním případě se body překrývají. Naopak větší rozptyl bodů signalizuje nespolehlivost měření a ARSIL Crystal musí hledat možné příčiny nesouladu. Důvodem k reklamaci by však bylo až nedodržení povolené tolerance měrného odporu, tzn., že zákazník naměří měrný odpor větší než 3,5 nebo menší než 1,0 mΩcm.

### **3.2.1.2 Návrh na zlepšení obsahu kyslíku**

Jak již bylo zmíněno dříve, nejvýznamnějším současným zákazníkem firmy tal je Japonská firma s kterou má firma uzavřenou dohodu, která říká, že zákazník bude měřit obsah kyslíku dodaných monokrystalů a následně je posílat zpět firmě..

Dalším krokem bude sestrojení grafu, do kterého se tyto hodnoty vynesou. Tento postup se bude opakovat po každé realizované dodávce a po obdržení naměřených hodnot od zákazníka. Toto zpětné vyhodnocení každé dodávky bude pomáhat při hledání účinných opatření ke zlepšování sledovaného parametru.

Pro hodnocení naměřených hodnot  $O_i$  na monokrystalech je nejvhodnější sestrojit bodový diagram a diagram četnosti jednotlivých naměřených kategorií obsahu  $O_i$  pro konkrétní velikost vsádky (teplotního uzlu).

Vstupy pro sestrojení bodového diagramu jsou:

- délka krystalu (pozice), na níž je konkrétní hodnota  $O_i$  naměřena (osa X)
- naměřené hodnoty  $O_i$  barevně odlišené pro každou tažičku zvlášť (osa Y)

Diagram je doplněn o trend poklesu obsahu  $O_i$  v délce monokrystalu u vybrané tažičky, který ilustruje průměrnou hodnotu  $O_i$  na čele monokrystalu a trend snižování této hodnoty úměrně s délkou krystalu.

### **3.2.2 Návrh pro zlepšení výroby**

Následující část je zaměřena na proces broušení monokrystalů křemíku, což by mělo přinést jeho celkové zlepšení. K dosažení tohoto cíle bude využito statistické regulace procesu, která na základě včasného odhalování významných odchylek od stanovené úrovně vybraného znaku resp. znaků procesu umožňuje realizovat takové zásahy, které proces udržují dlouhodobě na požadované a stabilní úrovni.

### 3.2.2.1 Statistická regulace procesu broušení

Hlavním cílem statistické regulace procesu je dosažení a udržování procesu ve statisticky zvládnutém stavu. Tento cíl se realizuje ve fázích, které budou popsány v následujícím textu:

- Stanovíme si ty znaky jakosti nebo parametry procesu, které budou představovat regulovanou resp. regulované veličiny a zvolíme vhodnou metodu pro získávání jejich hodnot. V tomto případě bude jako regulovaná veličina vystupovat průměr na začátku a na konci broušeného monokrystalu a jako metoda pro získávání budou sloužit jednotlivé naměřené hodnoty průměru.
- Zvolíme vhodnou délku intervalu v němž se mají zjišťovat resp. měřit hodnoty požadované veličiny.
- Fáze analýzy a zabezpečení způsobilosti procesu. Zde zkoumáme, zda statisticky zvládnutý proces také vyhovuje požadavkům zákazníka. K tomu se používají koeficienty způsobilosti ( $C_p, C_{pk}$ ).
- Fáze vlastní statistické regulace procesu. V této fázi je proces udržován ve stavu, kdy je statisticky zvládnutý a způsobilý.

## Zhodnocení

Nově používané nástroje nutí v první řadě shromažďovat data. Shromažďovat data o všech aspektech výroby a ze všech zdrojů, kde je lze získat. Shromážděná data je pak třeba důsledně zavádět do příslušné databáze.

Ve firmě je tvorba databáze už částečně zavedena s tím, že za ni odpovídá dispečer. Dále se tato databáze bude rozšiřovat a data v ní obsažena budou nadále zpracovávána pomocí jednoznačně určených nástrojů do jednotných výstupů.

Nezanedbatelnou předností uplatňování nástrojů statistické regulace je, že pro firmu jejich zavádění nepředstavuje prakticky žádné náklady. Jednotliví techničtí pracovníci jsou vybaveni počítači propojenými do sítě, strategická místa ve výrobě jsou počítačem vybavena rovněž.

Pro práci s novými nástroji regulace jsou možnosti široce využívaného Excelu dostačující, není tedy zapotřebí pořizovat speciálně zaměřený software.

Velkou změnu uplatňování nových nástrojů regulace přinese pracovníkům ve výrobě. Každý jejich úkon bude zaznamenán a jeho kvalita bude hodnocena. Budou na ně ve zvýšené míře vyvíjeny tlaky na další zvyšování kvality práce a podle přesně vyhodnocované úspěšnosti budou i odměňováni.

V procesu přípravy výroby lze očekávat především další snižování vynucených ztrát. Pohybuje-li se prodejní cena monokrystalů doposud dodaných největšímu obchodnímu partnerovi v úhrnné výši téměř 85 mil. Kč, potom ztráty vzniklé vynuceným odřezáváním částí krystalů (parametr obsahu kyslíku Oi) představují závratnou výši cca 4,25 mil. Kč. Z toho je patrné, jak velké úspory přináší každé další zlepšování procesu.

V procesu výroby má uplatňování nástrojů statistické regulace strategickou roli. Dnes, kdy je téměř ve všech oborech přetlak nabídky vůči poptávce, je šance udržet se na trhu jen díky dalšímu zvyšování kvality dodávaných výrobků.

Při stávajících cenách vstupních materiálů, které jsou v oboru vysoké a dále se dramaticky zvyšují, se každý vyprodukovaný zmetek stává velkou finanční ztrátou. Jeden prodáváný ingot mívá v případě 5“ monokrystalů váhu v průměru 9 kg. V případě, že se z jakéhokoliv důvodu stane z takového ingotu zmetek (průměr nevyhovující dané toleranci, nevyhovující drsnost broušeného povrchu, špatná fazeta apod.), představuje to ztrátu na výrobních nákladech cca 55 tis. Kč.

Z výše uvedeného vyplývá, že do výrobního procesu vstupují ve firmě velmi drahé materiály (polykrystalický křemík, kelímky z křemenného skla, díly topného uzlu z čištěného grafitu, elektrická energie), z kterých jsou vyráběny velmi drahé výrobky. Každé snížení ztrát dosažené důsledným uplatňováním nástrojů statistické regulace v procesu bude pro firmu významné.

## Závěr

Dnes, kdy je téměř ve všech oborech přetlak nabídky vůči poptávce, je šance udržet se na trhu podmíněna neustálým zvyšováním kvality dodávaných výrobků. K tomu je potřeba důsledně využívat všech dostupných nástrojů.

Předchozí kapitoly prokazují, že uplatňování nástrojů statistické regulace může přinést potřebný efekt. Přestože se ve firmě nejedná o velkosériovou výrobu, ale naopak výrobu víceméně zakázkovou, lze i v tomto prostředí úspěšně uplatnit vybrané nástroje statistické regulace. Shromažďování potřebných dat je zde však rozloženo do delšího časového úseku.

V prvním kroku jsem se zaměřil na rozšíření zmíněné databáze o další parametry realizovaných taveb. Jedná se o všechny dostupné výsledky měření na vyráběném produktu, získané z vnitřních nebo vnějších zdrojů. Dalšími kroky pak bylo postupné zavádění jednotných nástrojů statistické regulace do procesu přípravy výroby a samotné výroby monokrystalů křemíku.

V procesu přípravy výroby je pozornost zaměřena na řešení aktuálně problematického parametru výrobku pro strategického obchodního partnera. V této práci je postupné řešení této problematiky použitím nástrojů statistické regulace využito jako příklad. Specifikace výrobku, zde monokrystalu křemíku, obsahuje podstatně více parametrů, které je nutné sledovat a ovlivňovat jejich úroveň.

V procesu výroby byla pozornost zaměřena na finální úpravu prodáváných produktů. V tomto případě je to broušení monokrystalů na požadovaný průměr, ačkoliv

zákazník má mnohdy další specifikované požadavky na finální produkt (definovaná drsnost broušeného povrchu, šířka a orientace vybroušené fazety, limitované délky dodaných krystalů apod.).

## Seznam použité literatury

1. HORÁLEK, Vratislav. *Jednoduché nástroje řízení jakosti I.* Praha: Národní informační středisko pro podporu jakosti, 2004. ISBN 80-02-01689-0.
2. MICHÁLEK, Jiří. *Statistická regulace procesu (SPC).* 2. vyd. Praha: Česká společnost pro jakost, 2006. ISBN 80-02-01810-9.
3. NENADÁL, Jaroslav. *Měření v systémech managementu jakosti.* Praha: Management press, 2000. ISBN 80-7261-110-0.
4. NENADÁL, Jaroslav; LÁTALOVÁ, Kateřina; HERCÍK, Pavel; et al. *Systém řízení s využitím jednoduchých nástrojů pro malé organizace.* Praha: Národní informační středisko pro podporu jakosti, 2005. ISBN 80-02-01767-6.
5. NENADÁL, Jaroslav; NOSKIEVIČOVÁ, Darja; PETŘÍKOVÁ, Růžena; et al. *Moderní systémy řízení jakosti.* Praha: Management press, 2004. ISBN 80-7261-071-6.
6. NISHI, Y., DOERING, R. *Handbook of semiconductor Manufacturing Technology.* Marcel Dekker Inc. 2000. 1157 s. ISBN 1-8247-8783-8.
7. POKORNÝ, Jan. *MS Excel a práce se vzorci.* 1. vyd. Brno: UNIS Publishing, s.r.o., 2001. 88 s. ISBN 80-86097-56-0.
8. VEBER, J. a kol. *Management kvality, environmentu a bezpečnosti práce.* Praha: Management press, 2006. ISBN 80-7261-146-1.
9. Interní materiály firmy ARSIL Crystal.